

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

UNIDAD DE POSGRADO

**Micronutrientes en *Lepidium meyenii*. W (Maca -
Maca) y actividad en sujetos con anemia ferropénica e
hiperlipidemia**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Bromatología

AUTOR

Margarita Eva Lobaton Erazo

ASESOR

María Anselma Pardo Sandoval

Lima – Perú

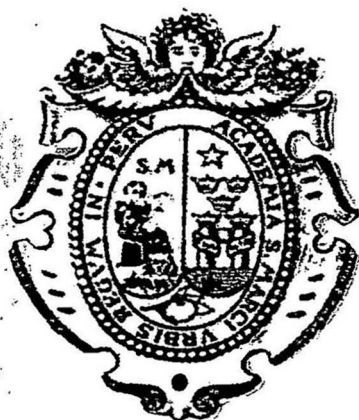
1998

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

**ESCUELA DE POSTGRADO
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA**

UNIDAD DE POSGRADO



**«MICRONUTRIENTES EN LEPIDIUM MEYENII. W (MACA-MACA)
Y ACTIVIDAD EN SUJETOS CON ANEMIA FERROPENICA
E HIPERLIPIDEMIA»**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE:
MAGISTER EN BROMATOLOGIA**

**PRESENTADO POR:
MARGARITA EVA LOBATON ERAZO**

**LIMA-PERÚ
1,998**

*A mis padres Elsa y
Jorge con profundo
amor y cariño.*

Mi especial agradecimiento:

para la

Dra. María Anselma Pardo Sandoval
Asesora del presente trabajo de investigación

**Quien con su constante apoyo y conocimientos que me brindó, hizo posible la
culminación de la presente tesis.**

Con mucho amor y cariño:

*A César mi esposo por su paciencia y
apoyo invaluable*

*A mis hijos David, Marx y Eva
estímulos constantes en mi vida*

*A mis hermanos Julio, Alberto, Ramón y Edith
por compartir los momentos más difíciles*

Agradecimiento

A la Dra. Virginia Garro por sus sabias enseñanzas

Al Jefe del Laboratorio de Microscopia Electrónica del Lab P.N.P.

Biólogo Andrés R. Chavieri Salazar

*A la Licenciada Nutricionista del C.M.N.
Sra. Iliana Deza*

A todos los científicos de la U.N.M.S.M. quienes con sus investigaciones rescataron, y revaloraron el uso de la maca, para el Perú y el mundo.

A los miembros del jurado:

Dra. Virginia Garro Cáceres

Dra. María Anselma Pardo S.

Dra. Elizabeth Gonzalez Loayza

Dra. Rosa Zárate Otarola

Mg. Américo Castro Luna

SUMARIO

RESUMEN

SUMMARY

- I. INTRODUCCION**
- II. GENERALIDADES**
- III. PARTE EXPERIMENTAL**
- IV. RESULTADOS, TABLAS Y GRAFICOS**
- V. DISCUSION**
- VI. CONCLUSIONES**
- VII. RECOMENDACIONES**
- VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

RESUMEN

La presente investigación se ha realizado en 100 sujetos, distribuidos en dos grupos: Un grupo "A" (50 con anemia ferropénica) y el grupo "B" (50 con hiperlipidemia)

Tanto al grupo «A» como al grupo «B» se les administró, diariamente durante 30 días 20 gramos de polvo de «maca» (*Lepidium meyenii* W.).

A los sujetos del grupo «A» se les determinó Fe, mientras que a los del grupo «B» se le cuantificó Colesterol Total, L.D.L. Colesterol y Triglicéridos, antes y después de la ingesta de polvo de «maca».

Es interesante anotar, que al grupo «A» antes del tratamiento registró una concentración media de 47 ug/dl, es decir niveles por debajo de los valores normales, sin embargo después de la administración de polvo de «maca» se observó un incremento significativo de Fe ($p < 0.005$).

En el grupo «B», con respecto al Colesterol después de la ingesta de «maca», se registró una disminución significativa de ($p < 0.005$). Iguaes resultados se obtuvieron con el L.D.L. Colesterol y Triglicéridos, en los que también se observó una disminución significativa ($p < 0.005$).

Asimismo debemos mencionar que el polvo de «maca» antes de ser administrado a los sujetos en estudio, fue sometido a un estudio analítico, en el que se detectó Cu 5.24 mg%, Zn 2.7 mg%, Mn 1.1 mg%, Fe 9.9 mg%, Se 0.30 mg%, Cl 132 mg%, Na 57.33 mg% y K 2056 mg%.

Palabras claves:

Anemia ferropénica, hiperlipidemia, colesterol, triglicéridos y L.D.L. colesterol.

SUMMARY

This study was carried out in 100 individuals, that were divided in two groups: Group A (n=50) with ferropenic anemia and Group B (n=50) with hiperlipidemia.

In both groups, A and B, 20 grams of «maca» powder, were administred daily during 30 days.

In Group A, Fe was assayed, and in the Group B the following was quantified: total cholestrol, LDL-cholestrol and Triglycerides, before and after administering «maca» powder.

It is important to remark, that Group A, before treatment, registered a mean concentration of 47 ug/dl, which is below normal level. It was observed, after administering «maca» powder significative increase of Fe ($p<0.005$).

In Group B, in relation to total cholestrol, after administering «maca», it showed and significative decrease ($p<0.005$). Same results were obtained with LDL-cholestrol and Triglycerides, which showed a significative decrease ($p<0.005$).

Before administering, the «maca» powder was analyzed, and showed content of: Cu 5.24 mg/ %, Zn 2.7%, Mn 1.1%, Fe 9.9 mg/%, Se 0.30 mg/%, Cl 132 mg/%, Na 57.33 mg/%. and K 2056 mg/%.

Key Words: Ferropenic anemia, hiperlipidemia, cholestrol, triglicerides and LDL-cholestrol.

I. INTRODUCCION

La maca raíz nativa ancestral, que desde tiempos prehistóricos ha sido utilizada, por el poblador de las zonas altoandinas del Perú antiguo, como lo testifican, historiadores y arqueólogos, se ha convertido en la actualidad en fuente de estudios de propios y extraños, por constituir un excelente recurso biológico vegetal de gran futuro para la humanidad.

Y es así que varios investigadores, desde hace una década, han comenzado a realizar estudios con toda la variedad de sus ecotipos que existen en el Perú en la zona altoandina.

La maca tiene un alto contenido de proteínas, carbohidratos, ácidos grasos, selenio, vitaminas como: la niacina, riboflavina, vitamina E, caroteno y ácido ascórbico, que, lo convierte en un excelente antioxidante de los lípidos, y de aquí nace la idea de poder utilizarla como un excelente hipolipidémico, especialmente para prevenir enfermedades cardiovasculares, así como para el tratamiento de los mismos, sin producir los daños hepatóxicos de las drogas hipolipidémicas.

Asimismo, se ha detectado que la maca, es rica en macro y micronutrientes, entre los que destacan el hierro, de allí nuestro interés en probar, su actividad, en personas que presentan deficiencias de hierro, como es el caso de la anemia ferropénica, con la ventaja de reforzar esta propiedad por la presencia de otros componentes en la maca, que actuarían como catalizadores, en la asimilación del hierro de la maca por los humanos.

La parte experimental de esta investigación fue realizado en los laboratorios del Instituto de Química Biológica e Instituto de Recursos Naturales y Terapéuticos de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y en los Laboratorios de Ingeniería Forense de la Policía Nacional del Perú.

Como un aporte más, a la comunidad para resolver la problemática de la nutrición, en nuestra patria con áreas endémicas de mala nutrición calórico-proteíca y anemia nutricional sobretodo, en gestantes, hemos realizado el presente estudio, que estamos seguros será de gran utilidad, no solo para el poblador peruano, sino también para los habitantes de otros países.

En el presente trabajo se plantea la hipótesis y los objetivos.

HIPOTESIS.- El Fe y otros componentes que contiene la raíz de maca tienen efecto en el organismo humano de sujetos con anemia ferropénica e hiperlipidemia.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Determinar los efectos que produce la raíz de maca en sujetos con hiperlipidemia y anemia ferropénica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Valorar los niveles séricos de hierro en sujetos con anemia ferropénica.
- Valorar los niveles séricos de colesterol total LDL colesterol y triglicéridos en sujetos hiperlipidémicos.

II. GENERALIDADES

El cultivo de la maca, según Matos (1) se remonta aproximadamente a los años (5000 a 3800) antes de Cristo. De igual modo Fray Bernabé Cobo (2) en su obra «Historia del Nuevo Mundo» indica: «la mitad de indios en el Perú no tienen otro pan que la maca, nace esta planta en el más áspero frío de la sierra, donde no se da otra planta alguna, de las que se cultivan para sustento de los hombres», y sólo en la provincia de Chinchaycocha, diócesis de Lima, se encuentra la raíz llamada maca en la lengua de la naturaleza de aquella tierra, por mantenerse los naturales, con esta raíz no sólo van a menos, como en las demás provincias frías del Perú, sino que multiplican cada día más, para lo cual dicen tener virtudes estas raíces. La historiadora Rostworonski (3) en su obra Historia del Tahuantinsuyo, señala que la palabra «maca» se refiere a una raíz comestible, cuyo habitat fue la puna de la región central. Según la creencia popular, la maca tiene propiedades fecundantes y por lo mismo se la atribuye un origen mágico. La «maca» representa también una antigua tradición agrícola de las tierras altas, muy anterior a la aclimatación de la papa a la puna.

El Dr. Vidal (4) dice que etimológicamente el significado de la palabra «maca» proviene de las voces de la lengua chibcha «ma» que tiene significado de origen: de la altura (que ha sido encontrada o cultivada en la altura) y «ca» que significa: alto, excelso, comida buena que fortalece, significando armónicamente su posición geográficamente en la zona altoandina de puna y su empleo en la vida del hombre andino.

Individualmente el cultivo de la maca se remonta a tiempos ancestrales, de acuerdo a las crónicas del siglo XVI y XVII (5) se encontró testimonios de que las tropas incaicas eran alimentadas con raciones de «maca» pues se le atribuía a esta planta la capacidad de dar vitalidad y fortaleza física a los combatientes.

Asimismo en el antiguo Perú según refiere Antunez de Mayolo (5) los Guánucos y Yaros ofrecían tributos al inca con chuño, papas, moray, maca, tejidos, armas, ganados y demás especies propias de esas

tierras altas. Es importante destacar que en la época precolombina (6) como consta en el archivo Arzobispal de Lima, la «maca» se empleaba no solo para la alimentación sino en ofrendas, para rituales asociados a creencias mágico-religiosas, se ofrecían a la huaca como: «maíz», «maca», y «papas», en ceremonias y representaciones que se efectuaban dentro de los usos y costumbres andinas en diferentes puntos del Tahuantinsuyo.

En las últimas décadas la maca ha sido objeto de una serie de estudios científicos, habiéndose realizado en la década del 60 el primer trabajo por la Woodard Research (7) en Virginia U.S.A., en esta investigación se encontró que la maca tenía un alto contenido de: glúcidos, proteínas y sales minerales, posteriormente Baquerizo (8) en estudios realizados sobre los macronutrientes de la maca, coincidiendo con el contenido de proteínas, no así de carbohidratos ya que estaban presentes en una cantidad menor de un 50%, reportó también una riqueza de Fe 9.93 mg%.

Hacia el año 1973 Mayta (9) en un estudio químico realizado en dos ecotipos de maca procedente de los distritos de Carhuamayo y Huairé, detectó una riqueza de carbohidratos similar al de Yllescas (10), sin embargo la concentración de proteínas fue mas baja, al igual que su contenido en Fe. Asimismo se reportó que la maca tenía también vitaminas tales como: carotenos, tiamina, riboflavina y ácido ascorbico.

Es interesante anotar que en 1994 Yllescas (10) en estudios realizados en la maca halló una riqueza de carbohidratos y proteínas similares a los reportados por Woodard Research , encontrando también niacina.

Con respecto a la riqueza de Fe, Dini (11) y Ramos (12) también encontraron un alto contenido de Fe siendo el reportado por Ramos el más alto 22.64 mg%, quien además halló microminerales como: Cu, Zn, Mn y Se. Este último considerado como un excelente antioxidante y por ende hipolipidémico.

Es interesante anotar que investigadores como Tello (13), Ramos (31), no sólo hallaron en la «maca» los componentes antes mencionados, sino también otros investigadores como Garró (14), Torres (15), Monteghirfo (16), reportan la presencia de esteroides, ácidos grasos saturados e insaturados, así también como aminoácidos esenciales, lo que en cierta forma avala las propiedades nutricionales y farmacológicas.

La actividad fecundante de la maca se ha probado en ratas, cuyes (17), sapos y carneros (18), en este último según Condor (19) también se ha podido observar el aumento de peso empleando raciones de maca.

Retuerto (20) realizó estudios del efecto citostático de la maca, posteriormente Beltrán y colaboradores (21), utilizando dos ecotipos de «maca» valoró el grado de toxicidad aguda de la maca micropulverizada en ratones. En la bibliografía consultada no se ha encontrado ningún trabajo científico sobre el empleo de la maca en humanos.

Nosotros conocedores de la riqueza de la maca en macronutrientes, micronutrientes, entre los que destaca el selenio como un hipocolesterolémico, carbohidratos, proteínas, aminoácidos, ácidos grasos saturados e insaturados, así como esteroides, vitaminas, excelentes antioxidantes, y ante la necesidad de contar con un producto natural que tenga actividad hipocolesterolémica dado que, los fármacos (22) que se emplean presentan efectos secundarios, hepatotóxicos que restringen su uso, hemos creído conveniente realizar el presente trabajo de investigación con el polvo de raíz de maca ecotipo amarillo (23) en personas hipercolesterolémicas y en aquellos con anemia ferropénica (24) porque no existen estudios realizados en el Perú.

III. PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL Y METODOS

a) MATERIAL HUMANO

Este estudio se realizó en 100 sujetos, con anemia ferropénica e hiperlipidemia, con edades que fluctuaron entre los 22 a 50 años procedentes de centros hospitalarios o clínicas privadas y en algunos casos de la Facultad de Farmacia y Bioquímica; y se les distribuyó en dos grupos.

GRUPO A: Constituido por 50 varones con diagnóstico de anemia ferropénica, y con edades que fluctuaron entre 36 y 50 años de edad, los cuales ingirieron durante 30 días, 20 g. diarios de polvo de maca deshidratada. Durante este periodo recibieron una dieta compuesta de: Proteínas 10%, Carbohidratos 71% y Grasa 19% que proporcionaba un aporte calórico de 2098 Kcal.

GRUPO B: Compuesto por 50 varones con diagnóstico de hiperlipidemia, con edades que fluctuaron entre 22 y 35 años de edad, los cuales consumieron 20 g. de polvo de maca durante 30 días y estuvieron sometidos a un régimen hipograso, con una dieta que comprendía: Carbohidratos 71%, Proteínas 17% y Grasas 12%. Que aportaban 2546 Kcal.

Asimismo debemos señalar que durante el tiempo que duró el estudio tanto del Grupo A como del Grupo B estuvieron desempeñando sus labores cotidianas de acuerdo a prescripción médica.

Es interesante anotar que ambos grupos, tanto al inicio como semanalmente se les controló el peso, no encontrándose variación significativa al respecto. De igual modo durante los 30 días los sujetos en estudio no recibieron medicación alguna, asimismo destacamos que todos los sujetos en investigación, fueron objeto de un riguroso chequeo clínico, que determinó que estaban en condiciones de ser sometidos a la presente investigación.

En los pacientes con anemia ferropénica, se determinó hierro sérico antes y después de la administración diaria de, 20 g. de polvo de raíz de maca por 30 días, y en los pacientes hiperlipidémicos se determinaron: colesterol total, LDL-colesterol y triglicéridos, antes y después de la ingesta por 30 días de, 20 g. de polvo de maca.

En todos los casos, las muestras de sangre fueron extraídas en ayunas de 14 horas. Transcurrido los 30 minutos de la extracción, las muestras se centrifugaron y en el sobrenadante sérico, no hemolizado se determinaron los parámetros antes mencionados.

Asímismo es importante indicar que antes de suministrar el polvo de la raíz de maca a los pacientes, se efectuó un análisis de la composición química de la maca por microscopía electrónica.

b) MATERIAL VEGETAL

Se recolectaron las raíces frescas de la variedad ecotipo amarillo de la localidad de Carhuamayo (Cerro de Pasco), luego se procedió a la limpieza, lavado y trozado de los mismos, posteriormente se llevó a la estufa a 70°C para el secado.

c) EQUIPOS DE LABORATORIO

Los instrumentos utilizados fueron:

- Espectrofotómetro Spetronic 20 Baush and Lomb.
- Microscopio Electrónico. Philips SEM 515.
- Mezclador vortex.
- Baño María, regulado a 37C.
- Centrifuga.

d) REACTIVOS

Todos los reactivos fueron de grado G.R. de laboratorio Wiener Lab.

- Set para determinar colesterol total
- Set para determinar LDL-colesterol
- Set para determinar triglicéridos
- Set para determinar hierro
- Set de reactivos para microscopía electrónica

METODOS

A. Determinación de Fe.

Método colorimétrico de Dixon (25)

Fundamento.- Se funda en la liberación del Fe de la transferrina, en un buffer de succinato de pH 3.7 y en presencia de un reductor, el ácido mercaptoacético, para hacerlo reaccionar con el ferridil bisfenil triazina sulfonato, dando un complejo de color magenta, que se mide a 560 nm.

Valores Normales

Fluctúa entre 60 a 160 ug/dl

B. Determinación de Colesterol total.

Método enzimático de Trinder (26)

Fundamento.- Se funda en la oxidación enzimática del colesterol por la colesterol oxidasa, previa hidrólisis enzimática por la lipasa fungal. El agua oxigenada generada, efectúa la copulación oxidativa del fenol con la 4-aminofenazona por una reacción catalizada por la peroxidasa, dando lugar a un compuesto de color rojo que se lee a 505 nm

Valores Normales

De 175 mg a 200 mg/dl

C. Determinación de LDL-colesterol.

Método enzimático utilizando el reactivo precipitante de las HDL del suero. (27)

Fundamento.- Se funda en la separación de las LDL colesterol, por precipitación, mediante polímeros de elevado peso

molecular. Luego se centrifuga, en el sobrenadante se encuentran las HDL y VLDL, el colesterol ligado a las mismas se cuantifica utilizando las enzimas colesterol oxidasa (peroxidasa) como catalizadores y como reactivo de color la 4-aminofenazona.

Valores normales

- Riesgo bajo o nulo, sujetos normales: valores menores de 140 mg/dl
- Riesgo moderado, sujetos con probabilidad de contraer enfermedad cardíaca coronaria: valores entre 140 a 190 mg/dl
- Riesgo elevado, sujetos sospechosos de padecer enfermedad cardíaca coronaria: valores superiores a 190 mg/dl.

D. Determinación de triglicéridos.

Método enzimático (GPO/PAP) de acuerdo a Trinder (28)

Fundamento.- Los triglicéridos por la acción de una enzima fungal se hidrolizan liberando ácido graso y glicerol, este se determina enzimáticamente a través de una serie de reacciones, que comprende desde su fosforilación en presencia de la glicerol quinasa, y la oxidación del compuesto del fosforilado por la glicerol fosfato oxidasa con producción de agua oxigenada y copulación oxidativa del fenol con la 4-aminofenazona en presencia de la peroxidasa con formación de una coloración roja.

Valores Normales

De 35 a 165 mg/dl

E. Determinación de Cu, Zn, Mn, Cl, K y Se

Método de análisis por microscopía electrónica de barrido y analizador de Rayos X (EDAX)(30)

Fundamento.- Un haz de electrones incide en el vacío, sobre un objeto, las partículas incidentes pueden ser absorbidas, pueden ser trans-

mitidas o bien modificarse de distinta manera sus frecuencias. Los electrones transmitidos, tras la absorción parcial por parte del objeto, los electrones retrodifundidos o secundarios pueden ser captados independientemente unos de otros y servir bien sea para formar la imagen, o bien para dar una curva espectral de análisis. Algo parecido ocurre con la catodoluminiscencia y los rayos X producidos.

Los electrones retrodifundidos han rebotado sin perder energía, sobre los planos cristalinos de la materia, los otros han experimentado una pérdida parcial de la energía, relacionada con la propia naturaleza de la materia en cuestión, lo cual permitiría efectuar el análisis (Fig. N°1 y Fig. N° 2).

Preparación de la muestra

El polvo de la raíz de maca, fue sometido a calcinación, y posteriormente se homogenizan, debiendo estar exceptos de humedad y grasa, formando un conglomerado con el cual se elabora la pastilla.

a) Preparación de pastillas:

Las muestras fueron compactadas por presión directa en prensa de 2 Toneladas (Perkin Elmer) obteniéndose una pastilla de 1 x 10 mm la que fue montada sobre una base de aluminio con adhesivo de pasta de carbón y puesta en deshumecedor con sílica gel a 70 grados por 60 minutos.

Las muestras fueron recubiertas con carbón por evaporación en el equipo Cobertor Ionico (Sputter Coater-Edwards) en tres pulsaciones a presión de 10 bar.

b) Condiciones de observación

Las muestras fueron observadas en el Microscopio de Barrido marca PHILIPS SEM 515 con detector de electrones secundarios y analizador de energía dispersiva de Rayos X.

Condiciones del MEB

Kilovoltaje.....	25 kv
Emisión de filamento.....	90 mA
Altovacio.....	10 bar

Magnificación.....	20-50,000 X
Angulo de trabajo.....	30 grados
Spot size.....	50-500 nm
Apertura final de columna.....	200 micras

c) Condiciones de microanálisis por dispersión de Rayos X

Detector analizador cristal líquido Be/Li conservado en Nitrógeno Líquido, para mantener su forma cristalina.

La generación de los Rayos X, es inmediata a la incidencia de los electrones sobre la muestra.

El microanálisis representado espectrométricamente tiene relación directa a la variación de las características de rayos «X» de los elementos a su número atómico.

El analizador esta conectado a un terminal computarizado SW9100 DIGITAL conteniendo un Software RT-11 EDAX programable.

El procedimiento de lectura es el siguiente:

Condiciones de equipo:

Angulo de inclinación.....	30 grados
Kilovoltaje.....	25 Kv
Tiempo de análisis.....	1000 seg.
Máximo de conteos.....	10,000 cps
Intensidad de emisión.....	0-20

Calculos

Procedimiento según Software:

- a) Se determina manualmente los elementos presentes, ubicando sus líneas de emisión primaria e intensidad comparando con patrones incluidos en el software, para los elementos comprendidos entre el Na a U. Este detector no tiene capacidad para captar C, H, O, N.
- b) Se realiza un listado de los elementos pre-determinados.
- c) El Software incluye una corrección Z A F (peso atómico, Absorvancia, Fluorescencia) lo cual permite el ajuste a las condiciones de trabajo y su relación con los patrones de la memoria.
- d) Determina la relación de porcentaje en peso sólo de los elementos por determinados con respecto al número de cps e intensidad de emisión.
- e) Es un análisis Semicuantitativo.

Es importante señalar que el método de análisis por microscopía electrónica es de gran exactitud y precisión porque nos determina cualitativamente y cuantitativamente, además no requiere duplicar o triplicar la corrida de una muestra, porque dentro del mismo equipo hay un programa especial que elimina al máximo los errores.

Figura 1

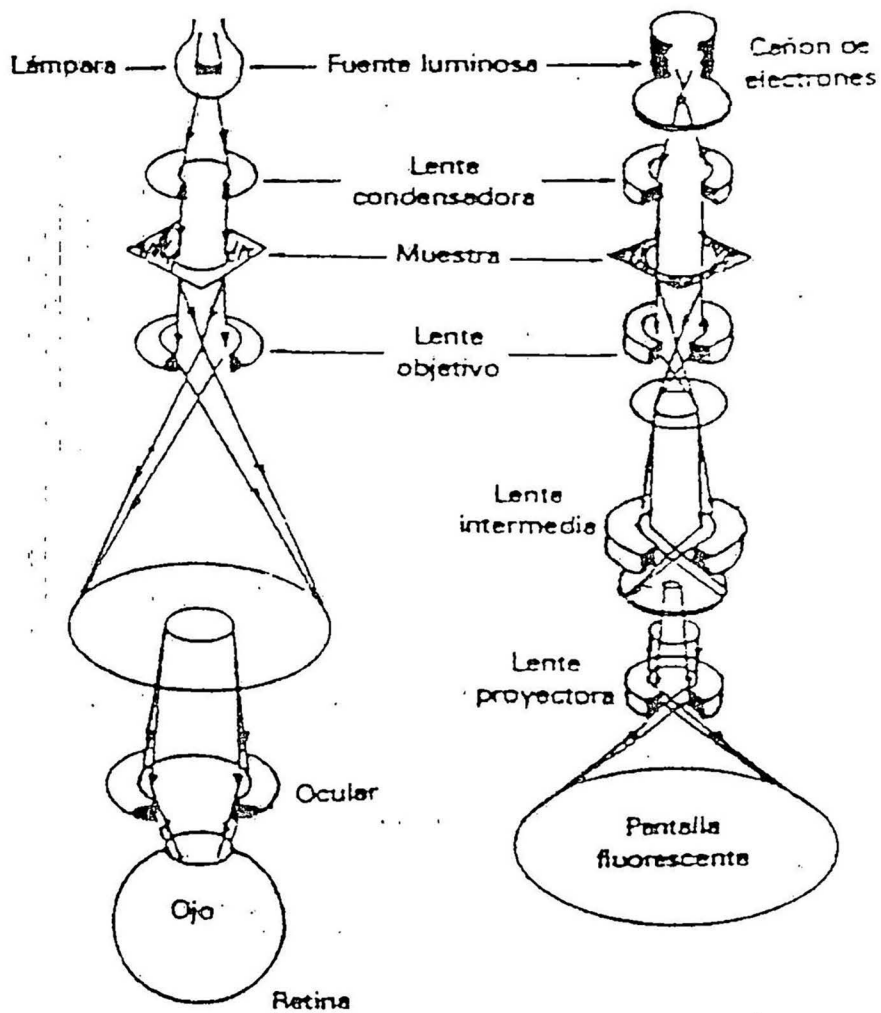
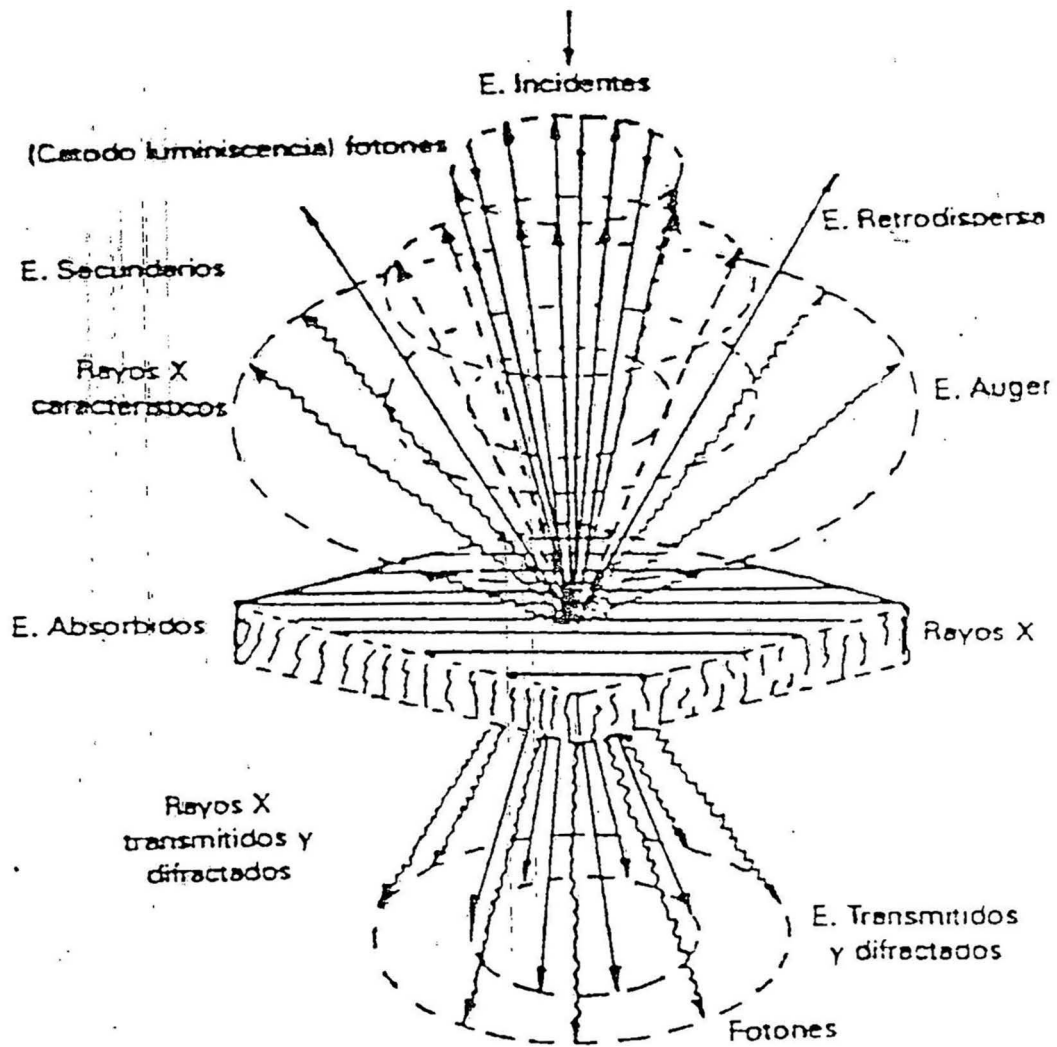
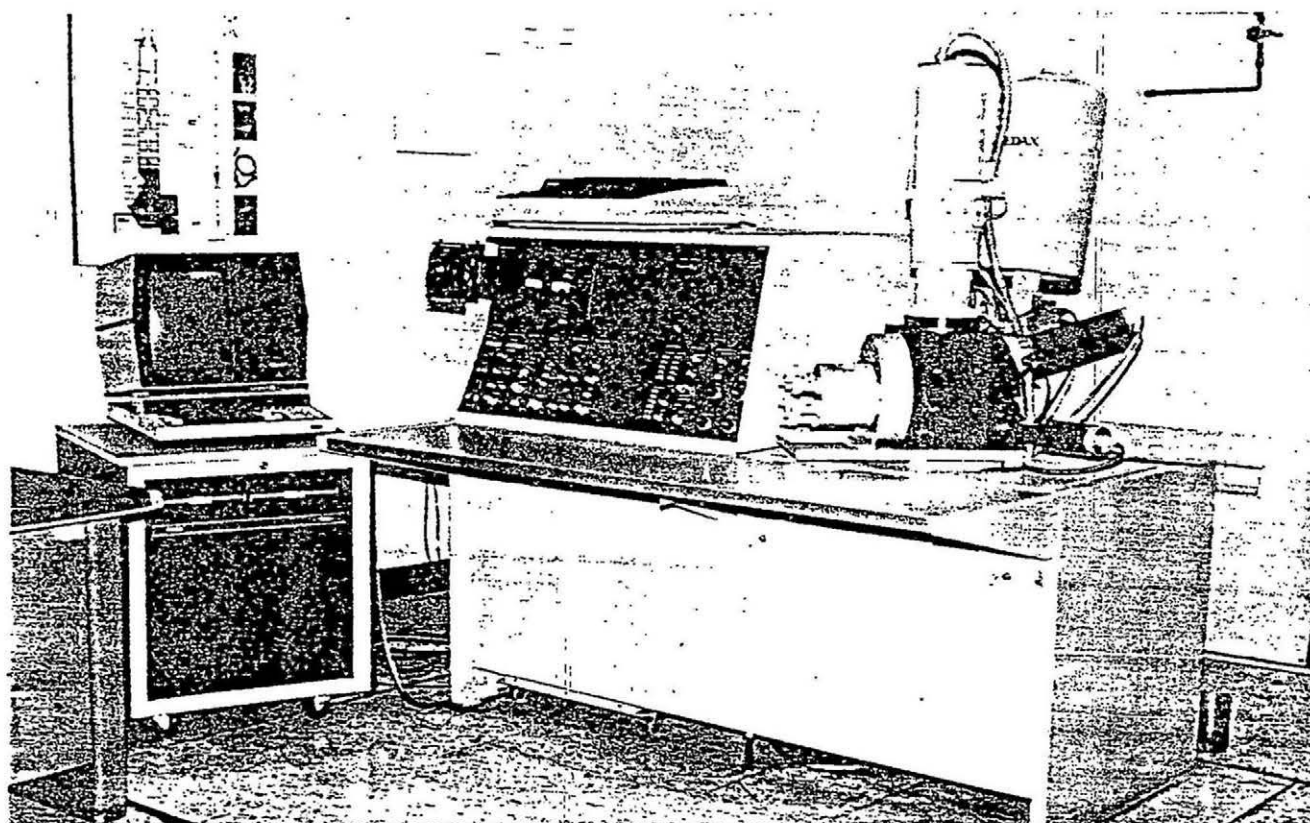


Fig. 1 Esquema comparativo entre un microscopio óptico y un MET. [López]

Figura 2



Interacción entre el haz electrónico y la muestra sólida. [López]



EQUIPO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA

IV. RESULTADOS

Las concentraciones de Cu, Mn, Zn, Cl, Na y K en la maca la expresamos en mg% de muestra seca, los niveles de colesterol total, LDL-colesterol y triglicéridos en mg/dl.

Es importante destacar que los análisis realizados con el polvo de maca ecotipo amarillo se hicieron por duplicado de acuerdo a las especificaciones de la técnica.

En relación al contenido de Cu, Mn, Zn, Se, Cl, Na, K y Fe en el polvo de maca, lo podemos observar en la Tabla Nro. 1. Con respecto a las concentraciones de Fe sérico en sujetos con anemia ferropénica antes y después de la ingesta diaria de 20 gm de polvo de maca durante 30 días la presentamos en la Tabla Nro. 2. Asimismo en las tablas Nro.3 y Nro.4 podemos apreciar las concentraciones de colesterol total, LDL-colesterol y triglicéridos, en el suero de sujetos hiperlipidémicos, antes y después de la administración diaria de 20 gm de polvo de maca durante 30 días.

Es importante destacar los datos estadísticos de los resultados de Fe en pacientes con anemia ferropénica tal como se observa en las tablas Nro. 5 y Nro. 6, en que después del tratamiento con maca, se registra un aumento de las concentraciones férricas séricas en 50.21 % de los casos.

Los datos estadísticos de las concentraciones séricas del colesterol total, LDL-colesterol y triglicéridos de los sujetos hiperlipidémicos antes y después de la ingesta de maca se presenta en las tablas Nro. 7 y Nro. 8, en esta última se observa disminución estadísticamente significativa, después de la administración de maca.

De otro lado en la Tabla Nro. 9, podemos apreciar, el análisis entre las concentraciones medias de, colesterol total, LDL-colesterol y triglicéridos antes y después de la administración del polvo de maca.

En los gráficos 1 y 2 presentamos el estudio comparativo de las concentraciones medias de Fe sérico en sujetos con anemia ferropénica, y de las concentraciones medias de colesterol total, LDL-colesterol y triglicéridos en sujetos hiperlipidémicos antes y después del tratamiento con polvo de maca.

TABLA N° 1

Concentración de Cu, Mn, Fe, Cl, Na, K y Se en la muestra seca de *Lepidium meyenii*. W.(maca-maca).

ELEMENTOS	CONCENTRACION mg %
Cu	5.24 mg %
Zn	2.7 mg %
Mn	1.1 mg %
Fe	9.9 mg %
Se	0.30 mg %
Cl	132 mg %
Na	57.33 mg %
K	2056 mg %

TABLA N° 2

Concentraciones sericas de Fe en Anémias, antes y después del tratamiento con Maca.

N°	Fe antes ug/dl	Fe después ug/dl
1	50	50
2	48	68
3	55	54
4	52	69
5	48	47
6	54	54
7	49	69
8	54	53
9	47	70
10	58	56
11	46	46
12	54	75
13	47	45
14	55	74
15	57	57
16	98	80
17	57	56
18	49	69
19	53	53
20	48	70
21	56	72
22	49	49
23	54	69
24	53	52
25	48	70

N°	Fe antes ug/dl	Fe después ug/dl
26	52	65
27	48	47
28	59	72
29	56	55
30	49	49
31	52	67
32	49	48
33	55	78
34	58	74
35	47	16
36	59	72
37	58	47
38	49	69
39	49	49
40	47	72
41	49	48
42	53	70
43	58	56
44	49	49
45	53	73
46	48	48
47	44	74
48	41	41
49	40	69
50	44	72

TABLA N°3

Concentraciones séricas de Colesterol, LDL y Triglicéridos antes del tratamiento con Maca.

N°	Colesterol mg/dl	LDL mg/dl	Triglicéridos mg/dl
1	210	106	75
2	213	126	73
3	286	120	69
4	246	127	48
5	215	119	83
6	229	149	68
7	240	162	125
8	236	172	75
9	255	167	98
10	245	195	140
11	242	128	113
12	212	146	60
13	234	126	128
14	219	125	98
15	234	119	52
16	240	136	49
17	252	180	52
18	258	150	46
19	257	149	71
20	268	124	59
21	211	131	63
22	232	180	72
23	250	164	49
24	213	137	73
25	216	150	88

N°	Colesterol mg/dl	LDL mg/dl	Triglicéridos mg/dl
26	267	138	80
27	229	116	72
28	245	120	92
29	249	179	50
30	248	135	100
31	260	183	81
32	221	154	57
33	265	158	73
34	329	220	94
35	248	131	80
36	253	143	85
37	238	129	73
38	273	162	91
39	235	143	78
40	259	130	80
41	267	169	67
42	230	148	101
43	282	175	111
44	237	141	93
45	269	136	87
46	247	153	97
47	263	144	89
48	282	178	120
49	228	140	99
50	275	166	127

TABLA N°4

Concentraciones séricas de Colesterol, LDL y Triglicéridos después del tratamiento con Maca.

N°	Colesterol mg/dl	LDL mg/dl	Triglicéridos mg/dl	N°	Colesterol mg/dl	LDL mg/dl	Triglicéridos mg/dl
1	181	100	64	26	178	86	69
2	159	102	56	27	218	137	61
3	270	125	58	28	177	102	73
4	183	101	66	29	209	138	45
5	195	90	74	30	215	116	93
6	207	133	57	31	205	155	65
7	192	107	85	32	198	120	45
8	194	120	60	33	230	134	60
9	198	123	69	34	233	165	72
10	204	143	86	35	225	121	68
11	164	91	72	36	228	127	77
12	173	109	32	37	217	115	64
13	138	100	77	38	247	138	83
14	165	95	68	39	218	125	73
15	200	105	37	40	249	122	84
16	174	103	62	41	240	148	59
17	214	134	47	42	217	133	92
18	190	94	35	43	255	158	89
19	184	110	60	44	218	129	82
20	167	91	48	45	236	121	80
21	195	126	60	46	219	134	84
22	183	134	62	47	242	125	81
23	166	100	35	48	237	146	105
24	187	112	61	49	217	130	79
25	165	107	58	50	243	149	113

TABLA N°5

Datos Estadísticos de las concentraciones de Fe sérico en sujetos con anemia ferropénica antes y después del tratamiento con Maca.

Elemento	Media	Desv. Standard	Error Standard	Coefic. Variación	Mínimo	Máximo
Fe ug/dl antes	47	6.15	0.869	13.05	40	59
Fe ug/dl después	61	14.07	1.989	23.06	46	80

TABLA N°6

Analisis de Diferencia entre medias de las Concentraciones de Fe sérico en anémicos antes y después del tratamiento con Maca.

Elemento	Media Antes	Media Después	Diferencia	P
Fe ug/dl	47	61	-14	< 0.005

TABLA N°7

Datos Estadísticos de las Concentraciones de Colesterol, LDL-Colesterol y Triglicéridos séricos antes del tratamiento con Maca.

Parametro	Media	Desv. Standard	Error Standard	Coefic. Variación	Mínimo	Máximo
Colest.	246	23.56	3.33	9.68	210	329
LDL	147	23.42	3.31	15.98	106	220
Triglic.	82	22.91	3.24	27.98	46	140

TABLA N°8

Datos Estadísticos de las concentraciones de Colesterol, LDL-Colesterol y Triglicéridos séricos después del tratamiento con Maca.

Parametro	Media	Desv. Standard	Error Standard	Coefic. Variación	Mínimo	Máximo
Colest.	205	27.54	3.89	13.48	159	270
LDL	120	19.35	2.74	16.08	86	165
Triglic.	67.70	17.29	2.44	25.58	32	113

TABLA N°9

Análisis de diferencia entre medias de las concentraciones de colesterol, LDL y Triglicéridos séricos antes y después del tratamiento con Maca.

Parametro	Media Antes	Media Después	Diferencia	T	P
Colest.	246	205.30	40.94	12.410	< 0.005
LDL	147	120.58	27.06	11.127	< 0.005
Triglic.	82	67.70	14.54	7.976	< 0.005

GRAFICO Nº 1

CONCENTRACIONES MEDIAS DE Fe SERICO EN SUJETOS CON ANEMIA FERROPENICA ANTES Y DESPUES DEL TRATAMIENTO CON MACA

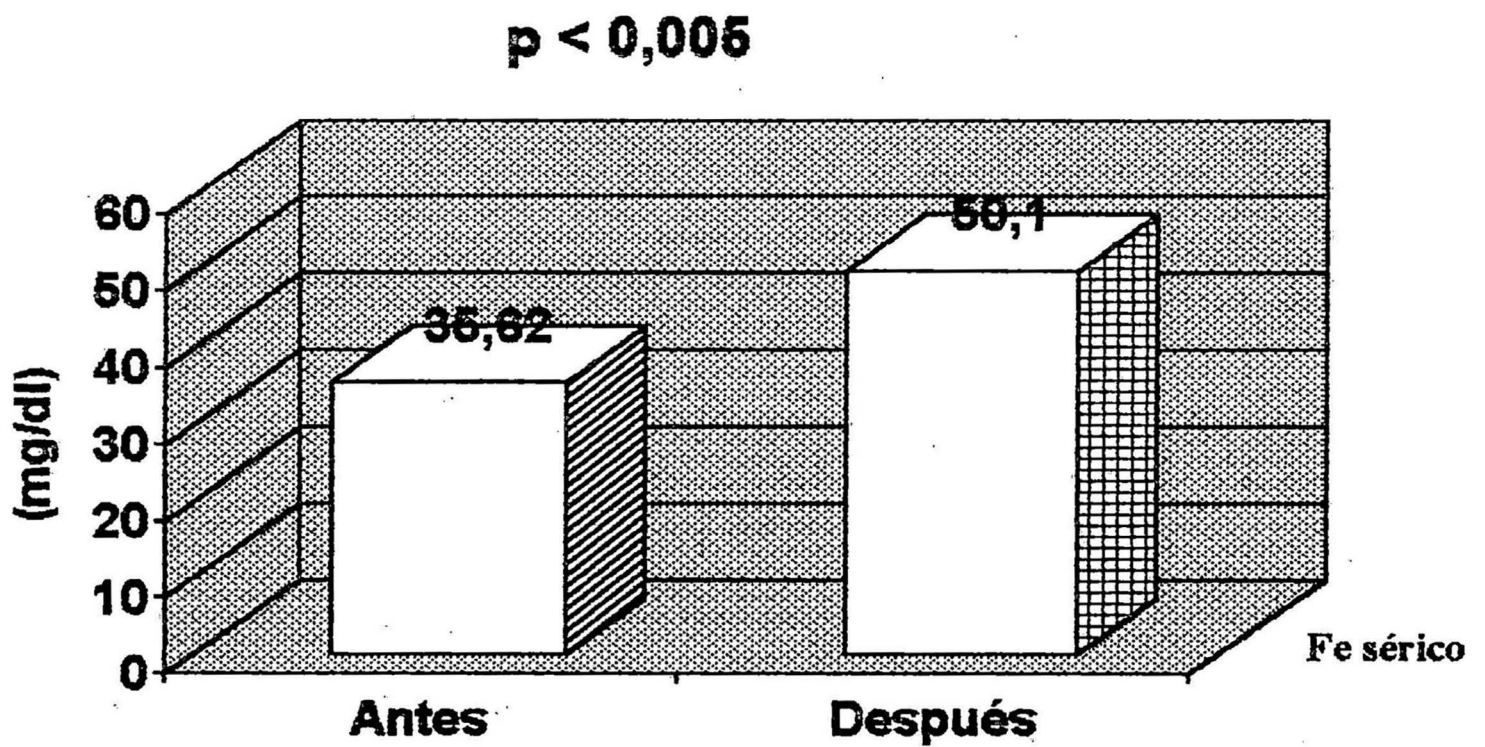
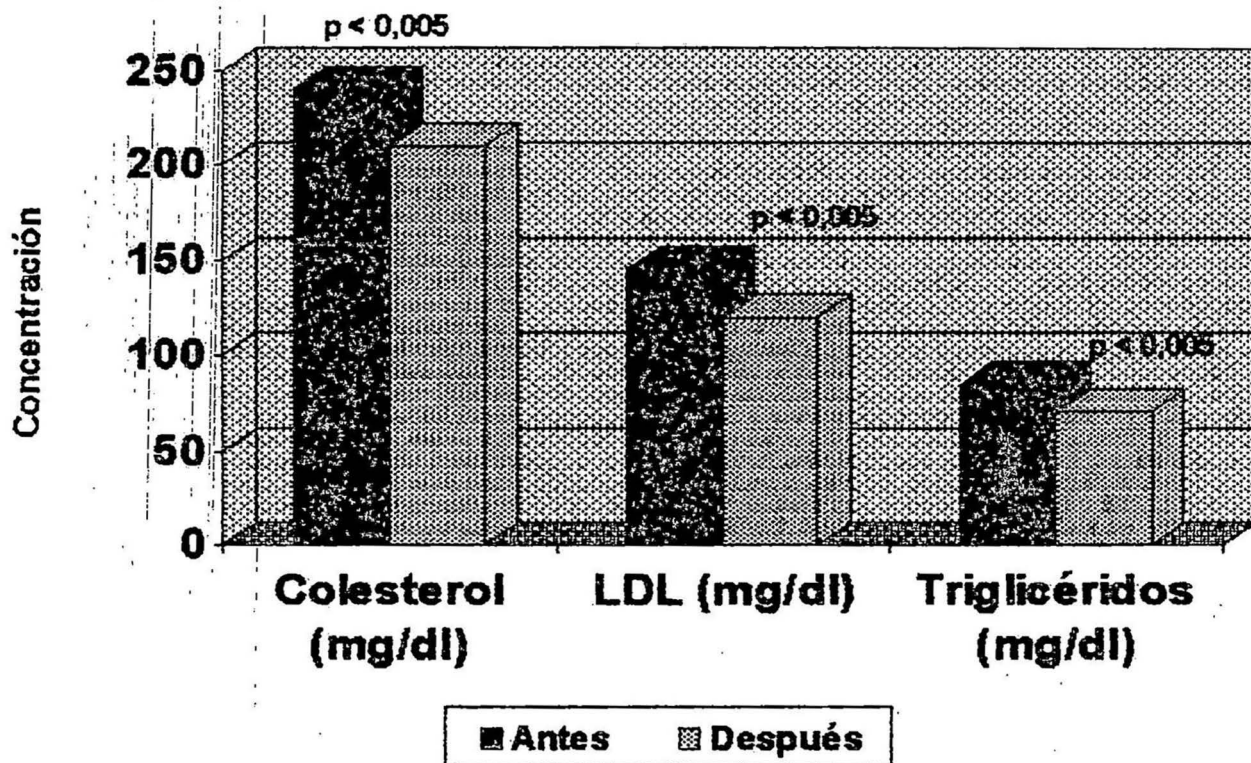


GRAFICO Nº 2

CONCENTRACIONES SÉRICAS MEDIAS DE COLESTEROL, LDL-COLESTEROL Y TRIGLICERIDOS EN SUJETOS APARENTEMENTE SANOS ANTES Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON MACA



Cuadro General de Macronutrientes y Micronutrientes de Lepidium meyenii W. (maca-maca)

Componente

Humedad	Desde 5,00% hasta 19,62%
Proteínas	Desde 10,10% hasta 18,25%
Grasas	Desde 0,20% hasta 2,20%
Carbohidratos	Desde 51,81% hasta 76,05%
Ceniza	Desde 3,46% hasta 6,43%
Fibra	Desde 3,85% hasta 8,50%

Vitaminas (mg/100g)

Caroteno	0,07
Tiamina (B ₁)	desde 0,15 hasta 1,17
Riboflamina (B ₂)	desde 0,31 hasta 0,76
Ácido Ascórbico (C)	desde 0,80 hasta 3,52
Niacina	desde 37,27 hasta 43,3
Además vitaminas:	B ₆ , D ₃ , y P

Macrominerales (mg/100g)

Calcio	desde 150,00 hasta 650,35
Fósforo	desde 183,00 hasta 329,00
Magnesio	desde 70,00 hasta 114,63
Potasio	desde 1000,00 hasta 2 050,00
Sodio	desde 18,70 hasta 40,00

Microminerales (mg/100g)

Cobre	de 6 a 8 ppm y 5,90 mg/100g
Zinc	de 30 a 32 ppm y de 2,80 a 6,12 mg/100g
Manganeso	de 20 a 22 ppm y 0,80 mg/100g
Hierro	de 62 a 86 ppm y de 9,93 a 24,37 mg/100g
Selenio	de 0,27 a 0,30 mg/100g
Boro	de 12 a 26 ppm

Además trazas de Silicio y Aluminio, así como vestigios de Bismuto.

V. DISCUSION

Es interesante destacar la riqueza de micronutrientes hallados en el polvo de maca, las concentraciones de Fe obtenidos por nosotros, coinciden con los hallados por Baquerizo (8) e Yllescas (10) no así los de Mayta (9) quien reporta una concentración de Fe sumamente baja: 2.20mg.% y la de Dini (11) un tanto alta de 16mg.%, al parecer esta variación se debe, no, al ecotipo de maca amarillo, blanco amarillento, púrpura o negra, sino al lugar de procedencia, en función a la riqueza de Fe del suelo. Con respecto a la concentraciones de Cu, Zn, Mn, Na, son aproximadamente similares a las obtenidas por los investigadores antes mencionados, en relación al K encontrado por nosotros, es de 2050 mg.%, el más elevado que los reportados por los investigadores antes citados. En relación al Cl, en la bibliografía revisada no hemos hallado informe al respecto, sin embargo en los estudios realizados por nosotros sí encontramos Cl en una concentración de 132 mg.%.

Asimismo es importante destacar, el contenido de aminoácidos como la L-valina y L-metionina, reportados en la maca por Garró (32).

Con respecto a las concentraciones séricas de Fe en los pacientes con anemia ferropénica, antes de la ingesta de maca, encontramos que tenían una concentración media de Fe de 47 ug/dl (rango =40 a 59 ug/dl) que indicaba una deficiencia de Fe, lo que evidentemente era el punto de partida para determinar, el efecto de la maca, sobre la anemia, no utilizamos un grupo control, empleando un antianémico por cuanto estas sólo contienen Fe, sin embargo, la maca como bien sabemos, tiene una riqueza en otros componentes que de hecho a nuestro parecer coadyudan la acción antianémica de la maca; después de 30 días de consumo diario de 20 g. de polvo de maca, observamos un incremento de Fe, llegando en el 50 % de los casos a concentraciones séricas de Fe normales, el 50 % restante presentó ligeras variaciones de las concentraciones séricas, sin alcanzar los niveles normales; posiblemente se deba a que en estas últimas la anemia ferropénica estaba asociada a una deficiencia de ácido fólico, que no permitía una buena asimilación del Fe de la maca, o también podía deberse a que los 20 g. de maca no eran suficientes, en todo caso no quisimos arriesgarnos dado el alto contenido de potasio en la maca, que podría devenir en efectos secundarios no deseados.

En relación al colesterol, antes de la administración de la maca hallamos que el 100 % de los pacientes tenían colesterol elevado, llegando en un caso a 329 mg/dl ; después de la administración de maca encontramos en el 44 % una disminución significativa ($p < 0.005$), de colesterol, sin embargo, si bien el 64 % restante no alcanzó la normalidad, las concentraciones séricas de colesterol sufrieron una disminución apreciable.

Es interesante destacar, que en relación a las concentración séricas de LDL-colesterol halladas antes del tratamiento con maca, estos eran de: en el 56% de los casos, de riesgo moderado, en el 42% de los casos de riesgo nulo o bajo y en el 2% de riesgo elevado, sin embargo después del consumo de maca, se detectó una disminución altamente significativa ($p < 0.005$) del LDL-colesterol, a tal punto que sólo un 10 % tenía concentraciones séricas de LDL-colesterol con riesgo moderado y el 90 % con riesgo bajo o nulo, esto explicaría la presencia en la maca no sólo de poderosos antioxidantes como el caroteno (9) y ácido ascóric, sino también de oligoelementos como el selenio, Luoma y colaboradores (30) consideran que su actividad en las enfermedades cardiovasculares es manifiesta, a esto se añade presumiblemente la presencia en la maca de sustancias que activan los niveles de los receptores LDL para su internalización (31).

Si en la actualidad, la limitación del uso de las drogas hipolipidémicos, es grande debido a su efecto secundario hepatotóxico, y siendo la tendencia actual de usar productos naturales en lugar de productos de síntesis, consideramos, no conveniente usar un grupo de control empleando un hipolipidémico, máxime que hubieramos tenido que escoger al azar uno de ellos, y que sería objeto de otra Tesis, porque en la actualidad no existen trabajos de investigación para probar la eficacia de estos fármacos, los que existen son de los propios laboratorios.

Los triglicéridos hallados en los pacientes hiperlipidémicos se encuentran en el 98 % de los casos dentro de los límites normales y sólo un 2 % presentó un ligero incremento de triglicéridos que llegó a 140 mg/dl, después del tratamiento con la maca se detectó una disminución significativa de triglicéridos ($p < 0.005$) en el 100 % de los casos, y esto es de gran importancia por cuanto sirve como carta de presentación para su uso en aquellos pacientes con hipertrigliceridemia severa, en las que el empleo de fármacos, sería contraproducente sobre todo por sus efectos hepatotóxicos.

VI. CONCLUSIONES

En el trabajo de investigación que hemos realizado en 100 personas: 50 con anemia ferropénica y 50 con hiperlipidemia, concluimos lo siguiente:

1. En los pacientes con anemia ferropénica después de la ingesta de maca por 30 días encontramos que el 50 % de los pacientes presentaban niveles normales de Fe; el 50 % restante si bien no llegó a los valores normales presentó un aumento considerable de Fe.
2. En los pacientes con hiperlipidemia, con respecto: al colesterol total, se registró una disminución significativa ($p < 0.005$) del colesterol en el 44 % de los casos; en relación al LDL-colesterol, una reducción significativa ($p < 0.005$) en el 90 % de los casos, y con respecto a los triglicéridos una disminución significativa ($p < 0.005$) en el 100 % de los casos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Dado el alto contenido de K en la maca, se recomienda no ser utilizado por personas con insuficiencia renal, en todo caso, realizar una determinación de K previa a la ingesta de maca.
2. Se recomienda su uso en pacientes con hiperlipidemia, sobre todo en aquellos con afecciones hepáticas, ya que éstos, no pueden usar fármacos hipolipidémicos dado su efecto hepatotóxico.
3. Se recomienda hacer un estudio exhaustivo de la concentración de Se y antioxidantes en los diferentes ecotipos de maca.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **MATOS M. RAMIRO Y RAVINES, ROGGER**, Período Arcaico (5,000-3,000) en : Perú Antiguo. Editorial J. Mejía Baca. Lima 1980
2. **COBO, FRAY BERNABE**. Historia del Nuevo Mundo. Ed. Biblioteca de Autores Españoles. cap. 8:168. Madrid. 1958
3. **ROSTWORONSKI DIEZ CANSECO, MARIA**. Historia del Tahuantinsuyo. Ed. I.E.P. Lima- 1992.
4. **PULGAR VIDAL, JAVIER**. la maca y su uso agrícola de la puna. En Expreso 0-5-1978. Pag. 12 (Recursos Naturales IV). 1978.
5. **ANTUNEZ DE MAYOLO, SANTIAGO E.** , La Nutrición en el Antiguo Perú. III Congreso Peruano. El Hombre y la Cultura andina. Lima. 1977.
6. **ARCHIVO GENERAL DE INDIAS**. Ramos 8. Sevilla Patronato 119. 1583
7. **PULGAR VIDAL, JAVIER**. . Las Ocho Regiones de Naturales del Perú. Editorial dela Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 1987.
8. **BAQUERIZO VASQUEZ, GLORIA**. Estudio Químico Bromatológico del *Lepidium meyenii* Walp («Maca») y del *Aiphanes* var. *Deltoidea* Burret («Shica-Shica») U.N.M.S.M.. Lima. 1968.
9. **MAYTA ALVAREZ, TEODORO E**. Estudio de la Maca. Tesis (*Lepidium meyenii* W.) y su valor nutritivo. Tesis. Centro del Perú (Huancayo). 1973.

10. **YLLESCAS GUTIERREZ, MG.** Estudio Químico y Fitoquímico comparativo de 3 Ecotipos de *Lepidium meyenii* Walp «Maca» procedente de Carhuamayo (Junín) Tesis. Farmacia U.N.M.S.M. de Farmacia y Bioquímica. Lima -Perú . 1994.
11. **DINI, A.; MIGLIOLO, G.; RASTELLI, L; SATURNINO, P.; SCHETTINO, O.** Chemical composition of *Lepidium meyenii*. food. 1994.
12. **RAMOS VILLAGARCIA, CAROLINA; REPO CARRASCO, RITUA.** Caracterización Química y Nutricional de harina precocida de Maca (*Lepidium meyenii* W.) IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos «Oscar Blanco Galdos» Abril 1997.
13. **CHACON ROLDAN, GLORIA.** Estudio Fitoquímico de *Lepidium meyenii* wal. Tesis de Ciencias Biológicas. U.N.M.S.M. Lima 1961.
14. **GARRO, VIRGINIA.** Investigación Química y Biológica de *Lepidium meyenii* walp («Maca»). Lima Revista Theorema. 1995, 6: Año 4 - N° 6. Diciembre de 1996.
15. **TORRES V. R., LASTARRIA T. H., SCARPATI DE BRICEÑO, Z.** Elaboración de una bebida a base a partir de Maca. Anales Científicos de la Univ. Agraria La Molina. 1996; 25 : 261 - 270.
16. **MONTEGHIRFO, GOMERO.** Caracterización Bioquímica de las proteínas de *Lepidium meyenii* («maca») procedentes de Junín. Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición. U.N.M.S.M. 1997.
17. **ALVAREZ M., CARLOS.** Utilización de diferentes niveles de «Maca» en la fertilidad de Cobayo. Tesis Ingeniero Zootecnista. Daniel Alcides Carrión. Pasco. Perú. 1993.
18. **CONDOR SURICHAQUI, DALMIRO.** Influencia de la «Maca» en el incremento de peso en la reproducción y descendencia de

borregos en la Cooperativa Comunal San Ignacio de Junín. Tesis. Universidad Daniel Alcides Carrión. Pasco. 1991.

19. **CONDOR., D.** Efecto de diferentes niveles de «Maca» (*Lepidium meyenii* W) en raciones de crecimiento para cuyes. Instituto Superior Tecnológico San Ignacio de Loyola. Junín. INIA. Lima 1991.
20. **RETUERTO, F, DE LOS SANTOS M., BARRETO T., LEZAMA.** Efectos cistostáticos del extracto etanólico de *Lepidium meyenii* W. («maca») en células meristemáticas de *Allium cepa*. Laboratorio de Biología Celular. Tesis biólogo U.N.M.S.M.. Lima. 1996.
21. **BELTRAN, S., H, BALDEON M., ; CARRILLO F., E; FUERTES R., CESAR, ARROYO A.** Estudio Botánico y químico de los ecotipos amarillo y morado de *Lepidium peruvianum*: «Maca». Evaluación de su toxicidad aguda. Inst. Fitot Amer. U.N.M.S.M. Lima. 1997.
22. **WISE G. SCHLUTZ T.** 1996. Hiperlipidemia. Post Grado Med. 1996; 100 (1): 138 - 144.
23. **JOHNS, TIMOTHY ALLAN.** Ethnology and phytochemistry of *Tropaeolum tuberosum* and *Lepidium meyenii* from Andean south America. Faculty of Graduate Studies (Departament of Botany) University of British Columbia. 1980.
24. **ROBERTO., K. MURRAY, PETER., MARIA.** Historia de Harper. Editorial. El Manual Moderno. México. 1993.
25. **DIXON., K, ANN.** 1973. Ann Clin Biochem 1973. 10 (5); 127-130. Vilchez H.
26. **ALLIAN CC, POONLS, CHAN CSG, RICHMOND W.** Enzimatic determination of total serum cholesterol. Clin Chem. 1974, 20: 470 - 75.

27. **FRIEDEWALD WT, LEVY R. I.** Estimación of the low - density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge Clin Chem, 1972; 18: 492 - 502.
28. **BUCOLO C,** and David H, Quantitative determination of serum triglyceride by the use of enzymes. Clin Chem 1974; 19: 476 - 482.
29. **CONCYTEC. MICROSCOPIA ELECTRONICA EN EL PERÚ.** 1996. Serie Ciencias. Lima.
30. **LUOMA, PV. EA SOTANIEMI, H. KORDELA, AND J. KUMPULAINEN .** Serum selenium, glutathion peroxidase activity and high density lipoprotein cholesterol. Effect of selenium supplementation. Red commun Chem Pharmae, 1998. 46: 469 - 472.
31. **DAVIDOFF G. , PATRICIO.** El Colesterol y los Triglicéridos en la Aterosclerosis: Consideración Epidemiológicas y Fisopatológicas. Rev. Méd. Chile 1991; 119: 1050 - 1058.
32. **GARRO CACERES, VIRGINIA.** Nuevo Sistema de Solvente para la separación de L-valina y L-metionina. Tesis de Doctor en Farm y Bioquim. 1971 UNMSM.